

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
ARQUITECTURA Y GEODESIA
INGENIERÍA EN GEODESIA Y CARTOGRAFÍA

Andrés Calabia Aibar

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE DE UN MODELO BASADO EN TÉCNICAS DE EMC Y SIG

PROGRAMA

- × **INTRODUCCIÓN CONCEPTUAL**
- × **MODELO ANALIZADO**
- × **INNOVACIONES**
- × **RESULTADO**
- × **CONTRASTE DE LA METODOLOGÍA**
- × **CONCLUSIONES**

INTRODUCCIÓN CONCEPTUAL

- ✘ Este análisis se fundamenta en la propagación de los errores de las variables iniciales.
- ✘ La distorsión controlada de estas variables puede proporcionar un índice que valore la incertidumbre de los modelos y la robustez de sus resultados.

MODELO ANALIZADO

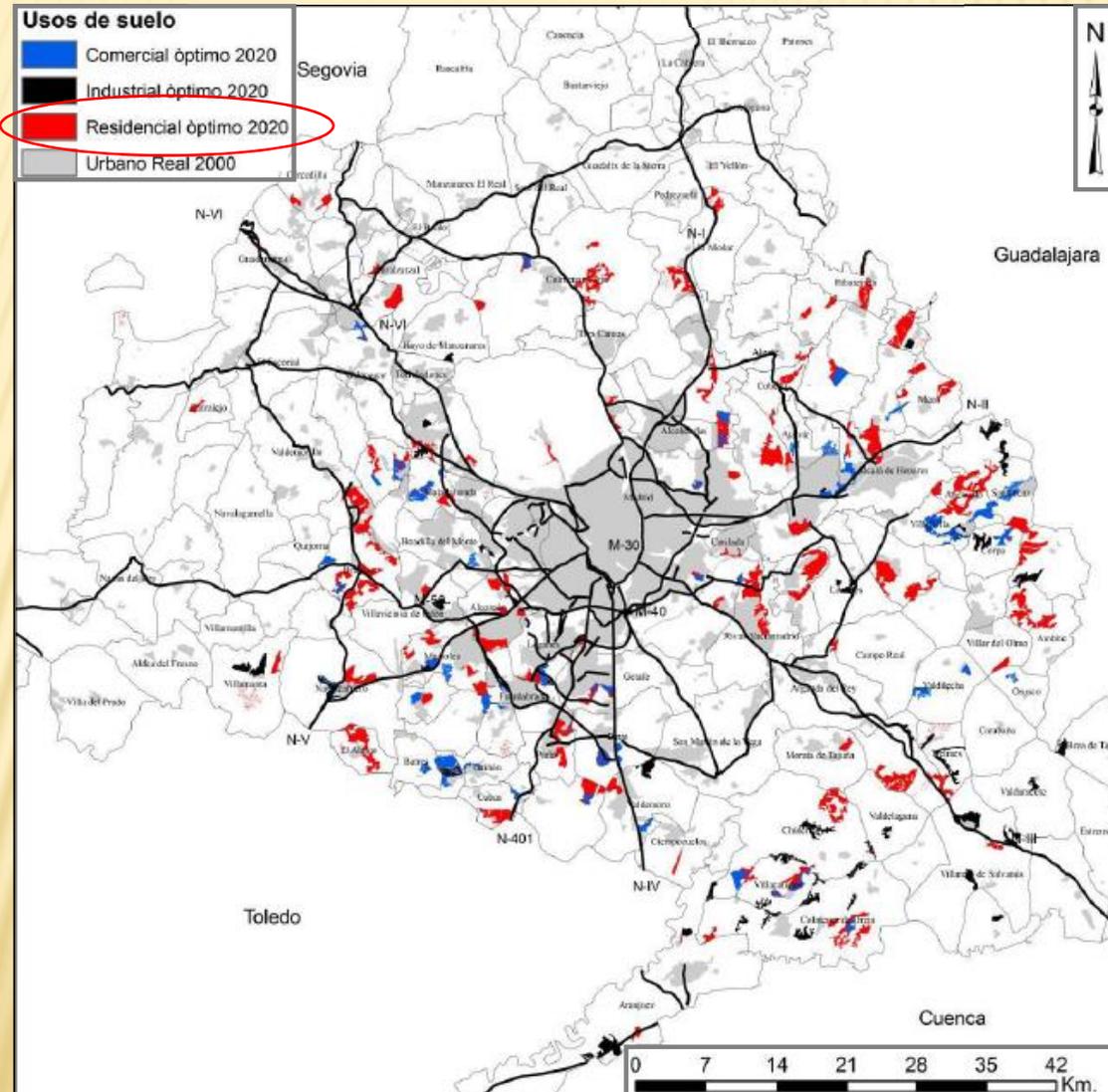
- ✘ *“Modelo de innovación y sostenibilidad de crecimiento urbano para la localización óptima de zonas residenciales en la Comunidad de Madrid para el año 2020”*

-
- ✘ Modelo basado en técnicas de EMC con el empleo de factores sociales, económicos y ambientales que persiguen conformar un escenario de innovación y sostenibilidad.

DISTORSIONES APLICADAS

Factor		Tipo de distorsión
AMBIENTAL	Vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos	Sólo espacial (polígonos muy extensos)
	Usos del suelo (<i>Corine Land Cover 2000</i>)	Espacial y temática
	Tipo de suelo	Espacial y temática
ECONÓMICO	Accesibilidad a carreteras	Espacial y temática
	Accesibilidad a zonas urbana	Espacial y temática
	Geotecnia	Espacial y temática
	Pendiente	Alteración del MDT
SOCIAL	Accesibilidad a hospitales	Espacial y temática
	Orientación del terreno	Alteración del MDT

ASIGNACIÓN ÓPTIMA DE NUEVOS DESARROLLOS PARA EL AÑO 2020



INNOVACIONES

- ✘ Este proyecto plantea una alternativa para la metodología empleada por Gómez y Bosque (2004) ajustándose un poco más a la realidad del error y así mejorar los resultados.

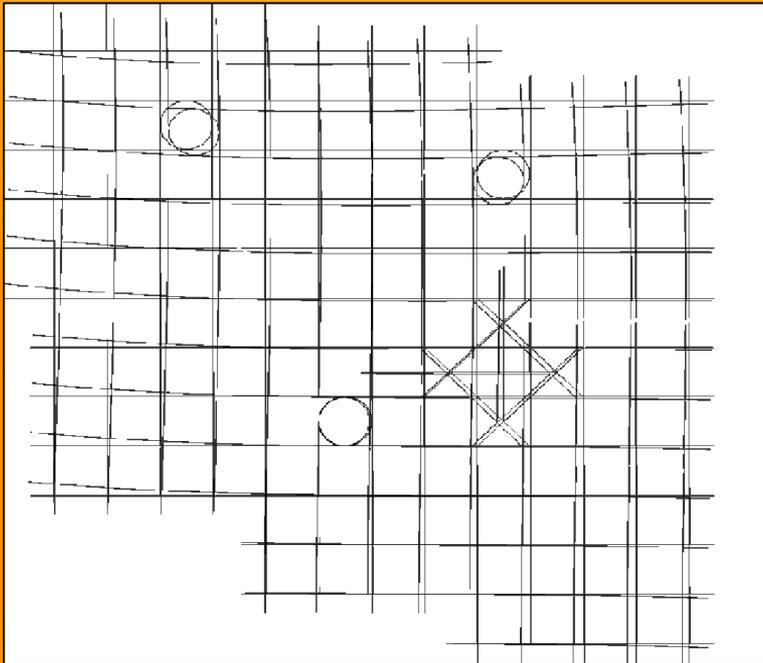
INNOVACIONES PROPUESTAS PARA LA METODOLOGÍA DE GÓMEZ Y BOSQUE (2004)



DISTORSIÓN GEOMÉTRICA

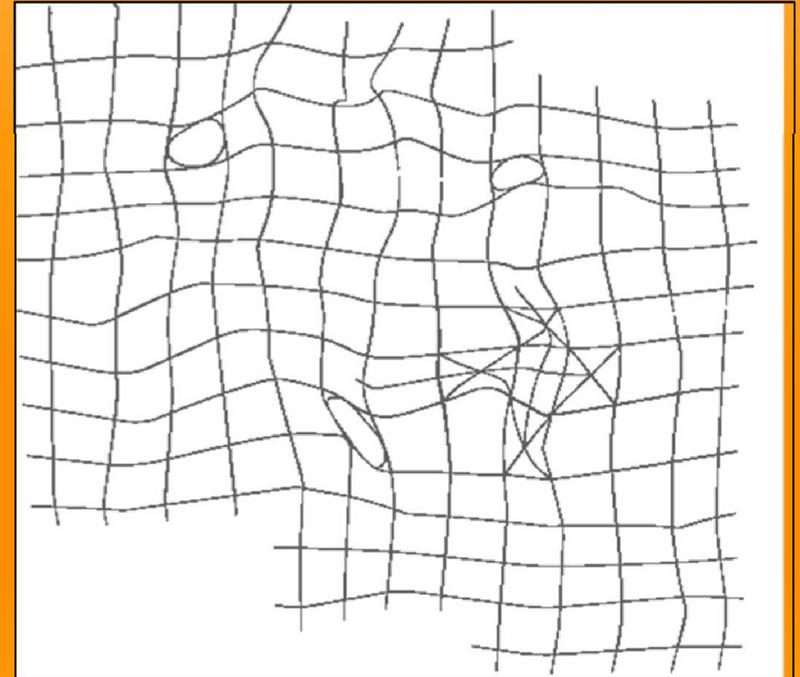
DISTORSIÓN GEOMÉTRICA

Gómez y Bosque (2004)



POLINOMIO CÚBICO

INNOVACIÓN



RUBBERSHEET POR
INTERPOLACIÓN

PRODUCCIÓN MASIVA DE VINCULOS DE IDENTIDAD ALEATORIOS

INTRODUCE $x_0, y_0, d_x, M_x, d_y, M_y, L_x$

DESDE 0 HASTA m

DESDE 0 HASTA n

A1=RANDOM

A2=RANDOM

A3=RANDOM

A4=RANDOM

IMPRIMIR $x_0 + n \cdot d_x + M_x \cdot A1 \cdot (-1)^{\text{ent}(100 \cdot A1)}$

IMPRIMIR " "

IMPRIMIR $y_0 + m \cdot d_y + M_y \cdot A2 \cdot (-1)^{\text{ent}(100 \cdot A2)}$

IMPRIMIR " "

IMPRIMIR $x_0 + n \cdot d_x + M_x \cdot A1 \cdot (-1)^{\text{ent}(100 \cdot A1)} + L_x \cdot A3 \cdot (-1)^{\text{ent}(100 \cdot A3)}$

IMPRIMIR " "

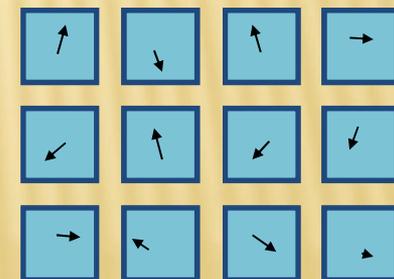
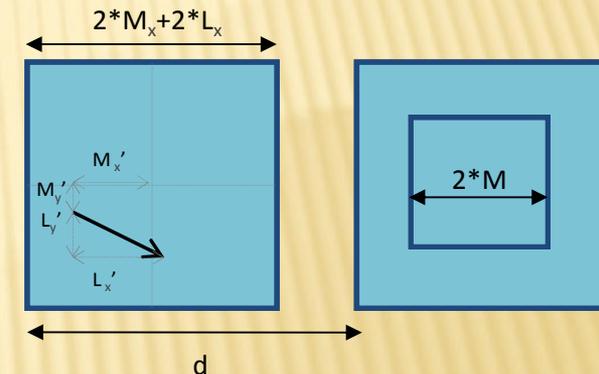
IMPRIMIR $y_0 + m \cdot d_y + M_y \cdot A2 \cdot (-1)^{\text{ent}(100 \cdot A2)} + L_y \cdot A4 \cdot (-1)^{\text{ent}(100 \cdot A4)}$

IMPRIMIR (SALTO DE LINEA)

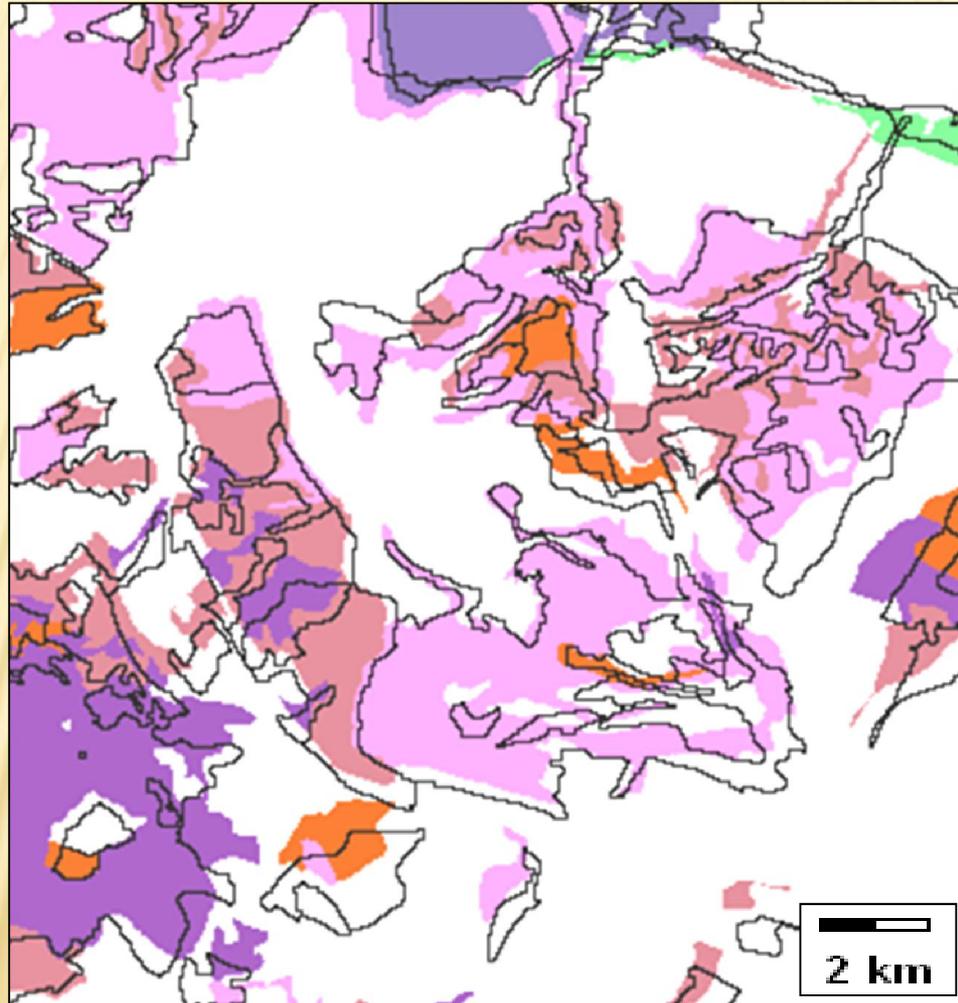
FINDESDE

FINDESDE

x_0 e y_0 son las coordenadas de la esquina del mapa,
 m y n se corresponde a la fila y columna de la matriz de celdas,
 d_x y d_y son los incrementos de distancia entre cada celda,
 M_x y M_y son las coordenadas máximas del origen del vector,
 L_x y L_y son las dimensiones máximas del vector.

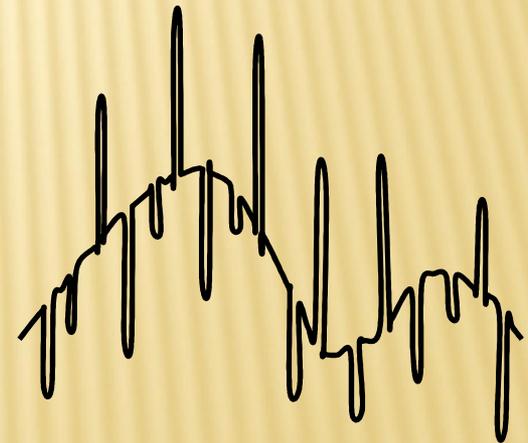
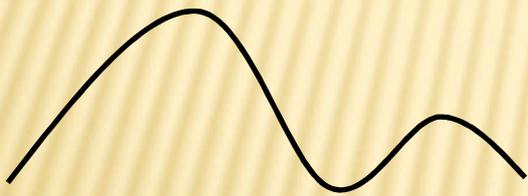


DISTOSIÓN GEOMÉTRICA RUBBERSHEET POR INTERPOLACIÓN

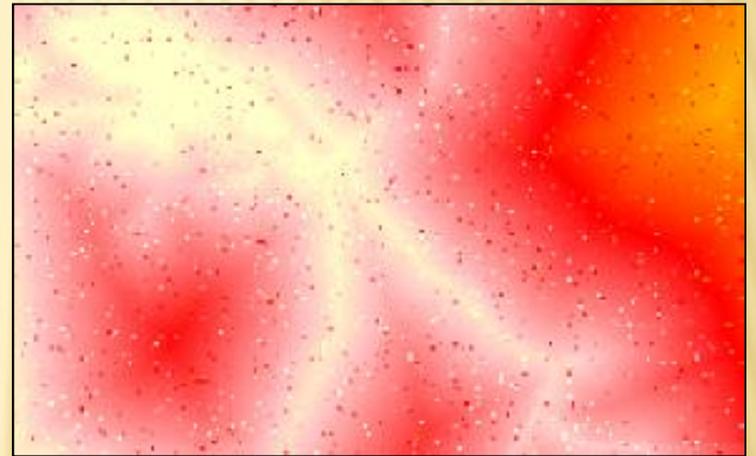
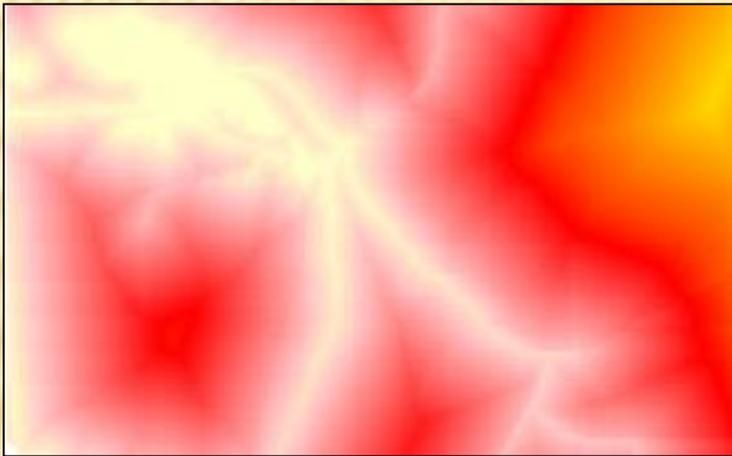


DISTORSIÓN DEL MDT (GÓMEZ Y BOSQUE, 2004)

- ✘ Inserción de ruido a nivel píxel con valores aleatorios en función del valor máximo registrado en el MDT.

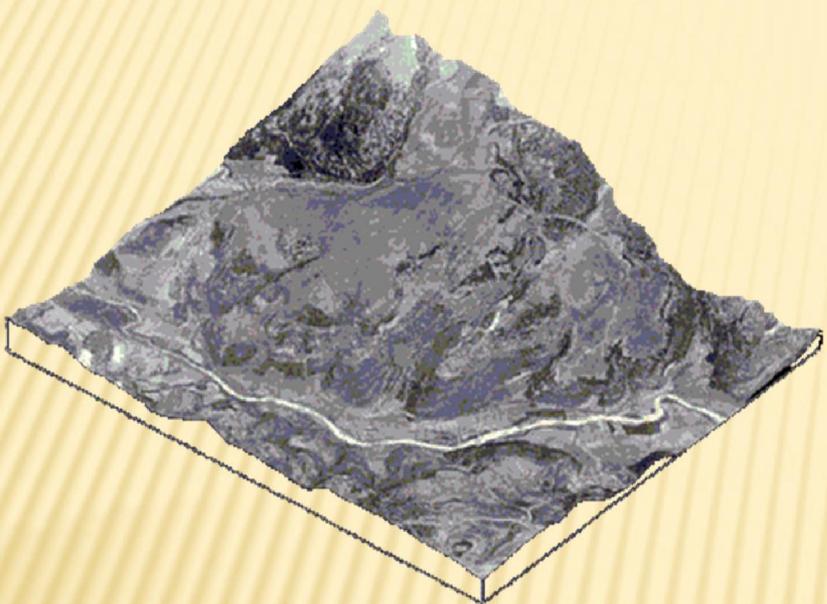


✘ Efecto “sal y pimienta”

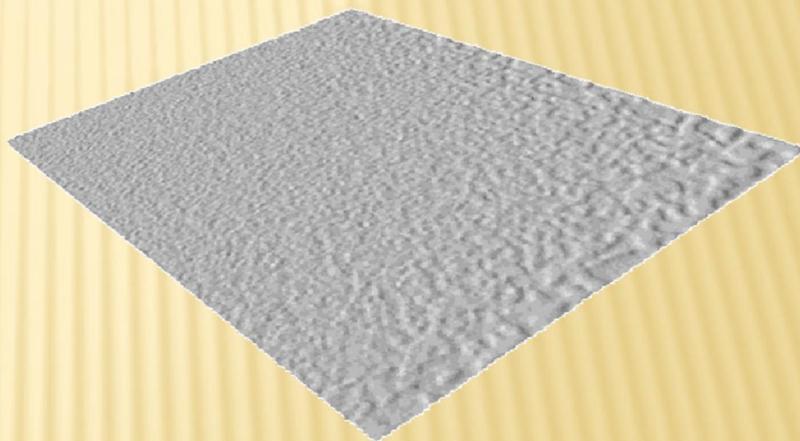


RUIDO TEMÁTICO A NIVEL PÍXEL

DISTORSIÓN DEL MDT (INNOVACIÓN PROPUESTA)

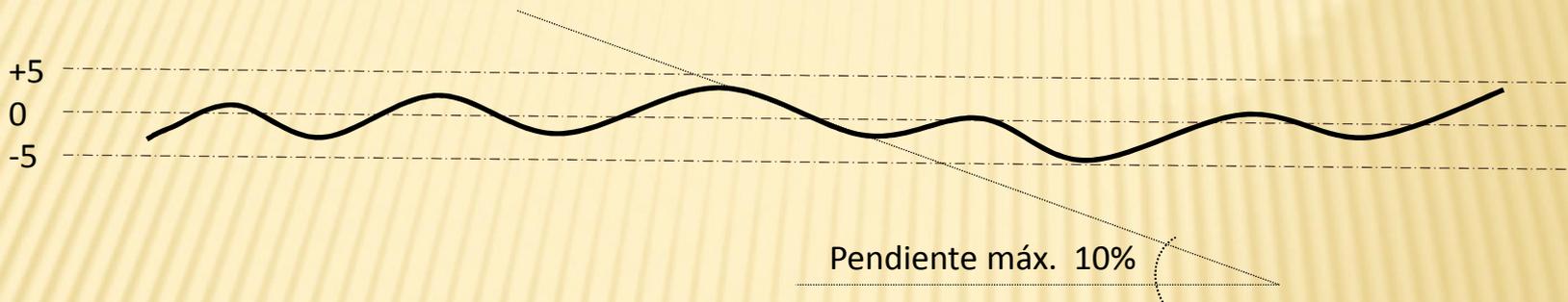


+

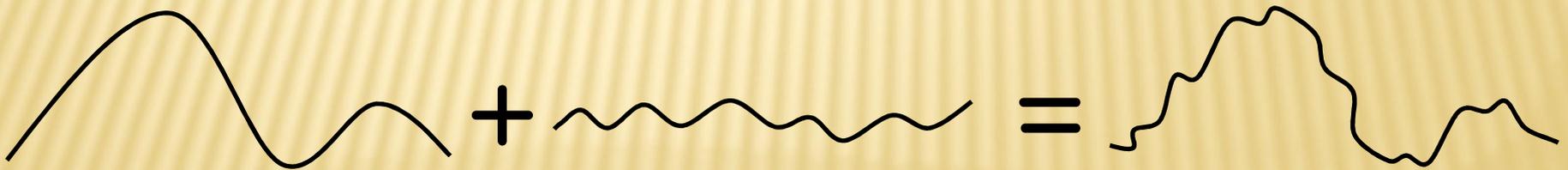


MODELO DIGITAL DE INCERTIDUMBRE AÑADIDO AL MDT

✘ Control de los valores de distorsión:



✘ Distorsión más realista:



DISTORSIÓN DEL MDT

Gómez y Bosque (2004)



SAL Y PIMIENTA

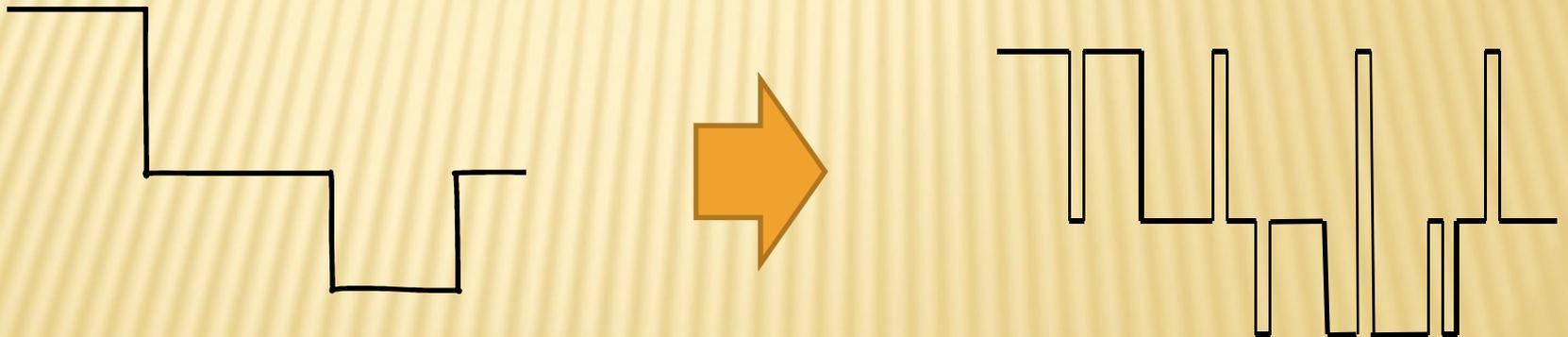
INNOVACIÓN

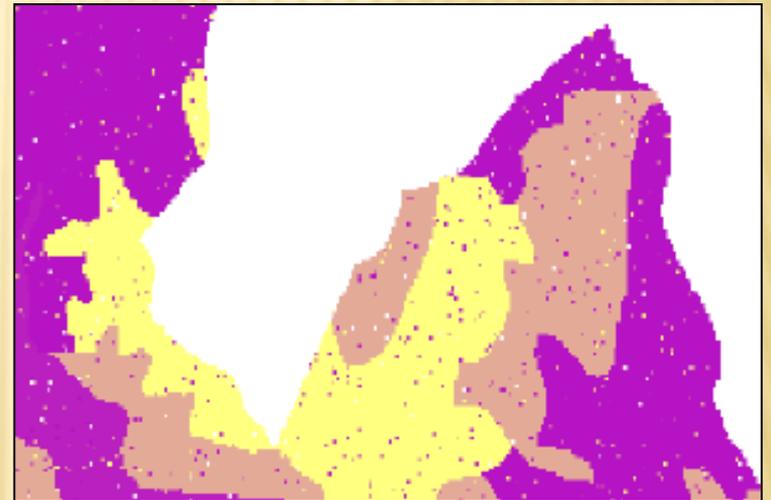
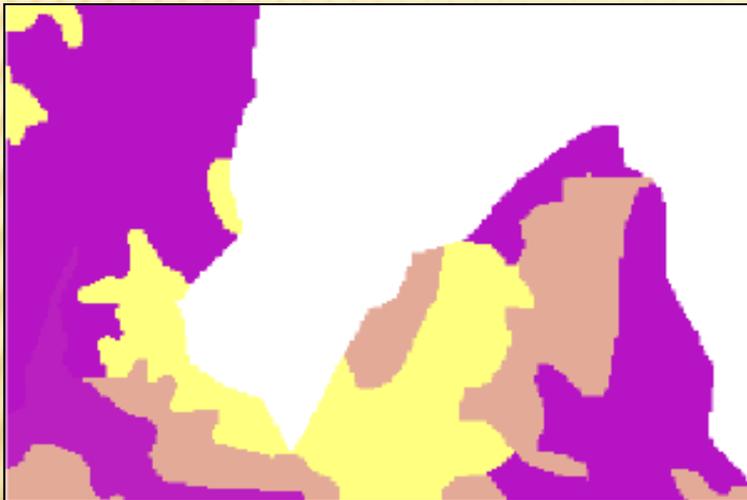


MDI añadido al MDT

DISTORSIÓN TEMÁTICA (GÓMEZ Y BOSQUE, 2004)

- ✘ Inserción de ruido temático mediante el cambio aleatorio a nivel píxel de la clase asignada.





CAMBIO A NIVEL PÍXEL DE CLASE ASIGNADA

DISTORSIÓN TEMÁTICA (INNOVACIÓN PROPUESTA)

-
- ✘ Recodificación de entidades mediante la información de fiabilidad de la clasificación proporcionada por las matrices de confusión.

MATRIZ CONFUSIÓN PARA USOS DEL SUELO (BARREIRA, 2011)

		111	112	121	122	124	131	132	133	141	142	211	212	221	222	223	231	242	243	244	311	312	313	321	323	324	332	333	334	411	511	512				
Tejido Urbano Continuo	111	80																			10				10											
Tejido Urbano Discontinuo	112	50										10									10			10	10							10				
industriales o comerciales	121		70									10									10			10									10			
Redes viarias y asociados	122			90																													10			
Aeropuertos	124				90																												10			
Zonas de extraccion minera	131					80			10																								10			
Escombreras y vertederos	132						80		10																									10		
Zonas en construccion	133							50				20							20															10		
Zonas verdes urbanas	141									60			20								10															
Inst deportivas y recreativas	142										70													10										10		
Tierras de labor en secoano	211								20			60	10											10												
regados permanentemente	212												60									20			20											
Vitedos	221													90				10																		
Frutales	222														80	10			10																	
Olivares	223															10	80			10																
Praderas	231																60		10					10										20		
Mosaico de cultivos	242								20			10							70																	
agricolas con vegetaci%n natural	243											10								70				10	10											
Sistemas agroforestales	244																									30										
Bosques de frondosas	311									10											10		50	10	20											
Bosque de coniferas	312																				20			60	20											
Bosque mixto	313																				20				20											
Pastizales naturales	321											20						10							50										10	
Vegetacion Esclerofila	323											20													10	60										
Matorral boscoso de transicion	324												20														70									
Playas dunas y arenales	332																											80	10							
Roquedo	333																											10	80							
Espacios con vegetacion escasa	334																													60						
Humedales y zonas pantanosas	411																																			100
Cursos de agua	511																																			100
Laminas de agua	512																																			100

-
- ✘ Cambios temáticos restringidos según características o atributos de las entidades:
 - + Evita cambiar el atributo a polígonos que superen un área.
 - + La cantidad de distorsión en el volumen de población de cada núcleo urbano se realiza de manera controlada.
 - + Otros

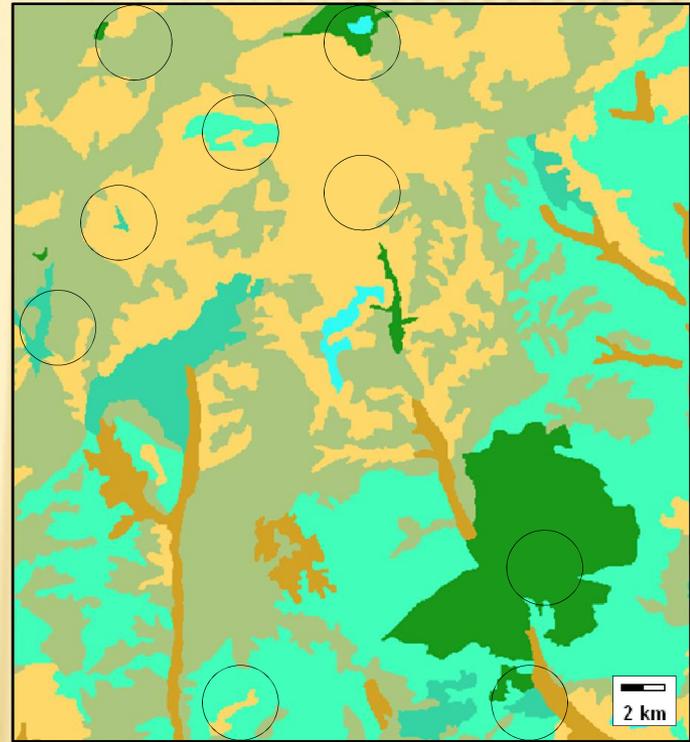
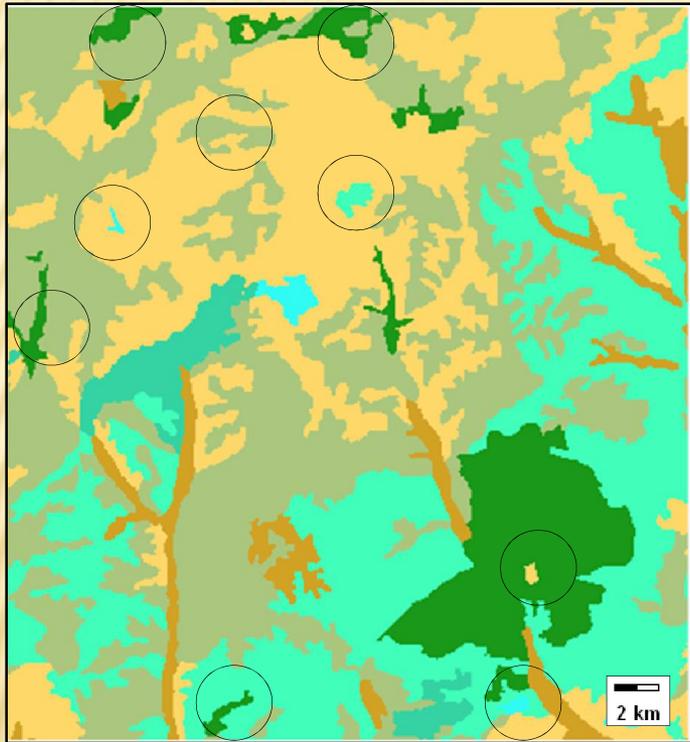
	alto riesgo	elevado riesgo	bajo riesgo	nulo riesgo
alto riesgo	85	15	0	0
elevado riesgo	15	85	0	0
bajo riesgo	0	0	85	15
nulo riesgo	0	0	15	85



```

SI(área<10000000)
ALEATORIO=RANDOM
SI(Valor original="alto riesgo")
SI(ALEATORIO<0.15)
CODIGO="elevado riesgo"
SINO
CODIGO=Valor original
FINSI
SI(valor original="elevado riesgo")
SI(ALEATORIO<0.15)
CODIGO="alto riesgo"
SINO
CODIGO=Valor original
FINSI
SI(valor original="bajo riesgo")
SI(ALEATORIO<0.15)
CODIGO="nulo riesgo"
SINO
CODIGO=Valor original
FINSI
SI(valor original="nulo riesgo")
SI(ALEATORIO<0.15)
CODIGO="bajo riesgo"
SINO
CODIGO=Valor original
FINSI
SINO
CODIGO="error"
SINO
CODIGO=Valor original
FINSI

```



CAMBIO A NIVEL ENTIDAD DE LA CLASE ASIGNADA

EJECUCIÓN DEL MODELO VARIAS VECES

- ✘ Se ha ejecutado el modelo 30 veces, escogiendo aleatoriamente los factores de entre 5 distorsiones practicadas para cada uno de los 9 factores del modelo.

INCERTIDUMBRE DEL RESULTADO (GÓMEZ Y BOSQUE, 2004)

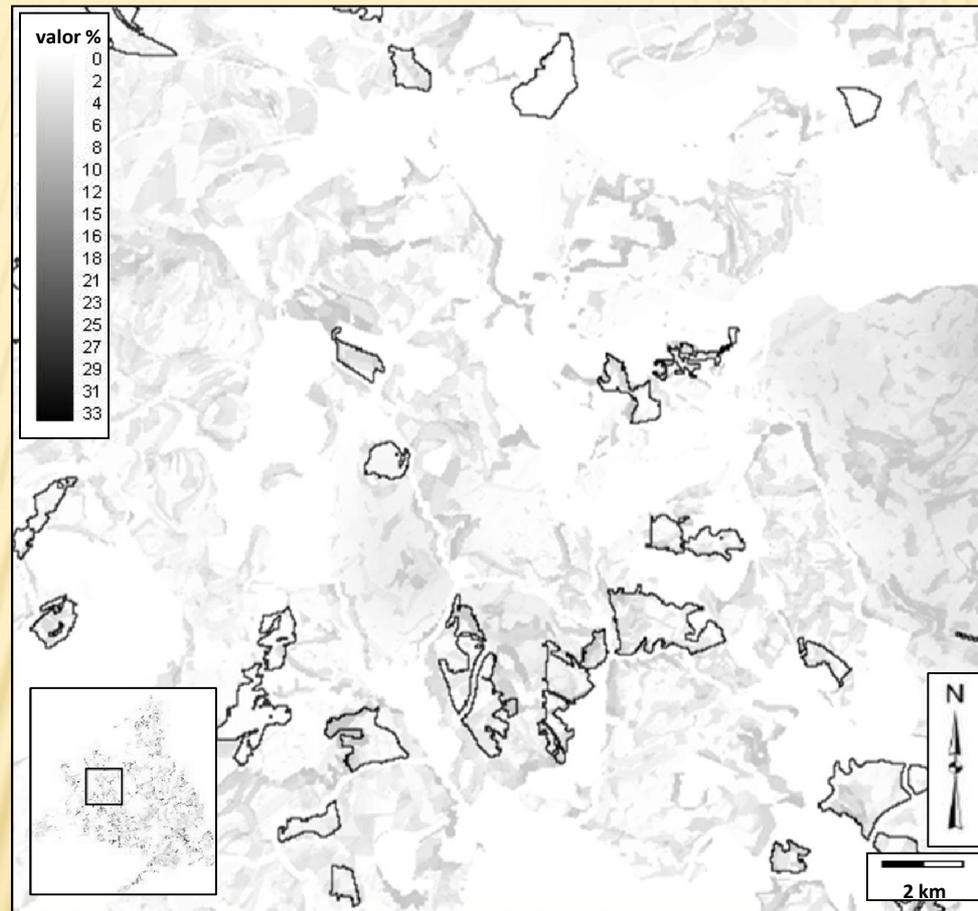
- ✘ La incertidumbre del resultado se obtiene a partir de un índice estadístico de la muestra ejecutada.

$$IMC = \sqrt{\frac{\sum_0^n (X_i - X)^2}{n - 1}}$$

Donde:

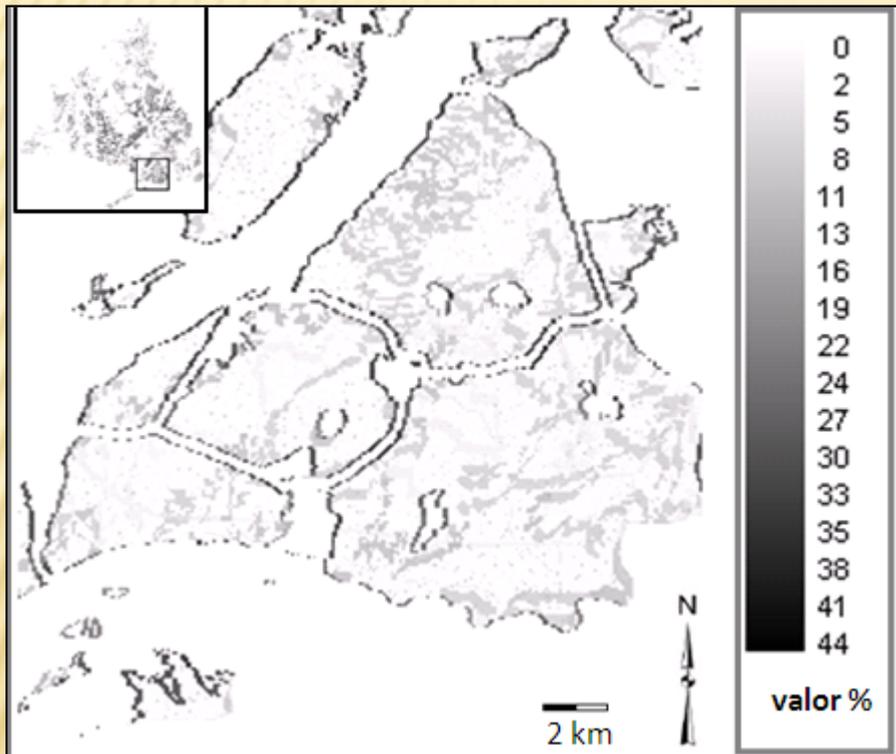
- ✘ X_i es el resultado de cada versión distorsionada
- ✘ X es el resultado original
- ✘ n el número de ejecuciones realizadas.

INCERTIDUMBRE DEL RESULTADO

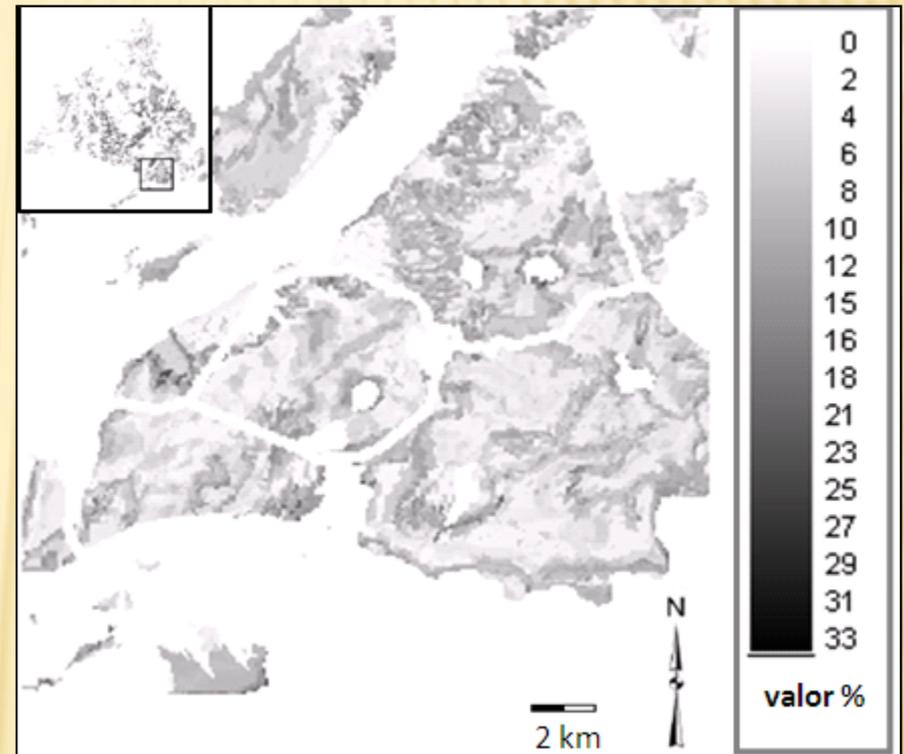


IMC tras superponer las zonas residenciales óptimas obtenidas en el modelo original

CONTRASTE DE LA METODOLOGÍA

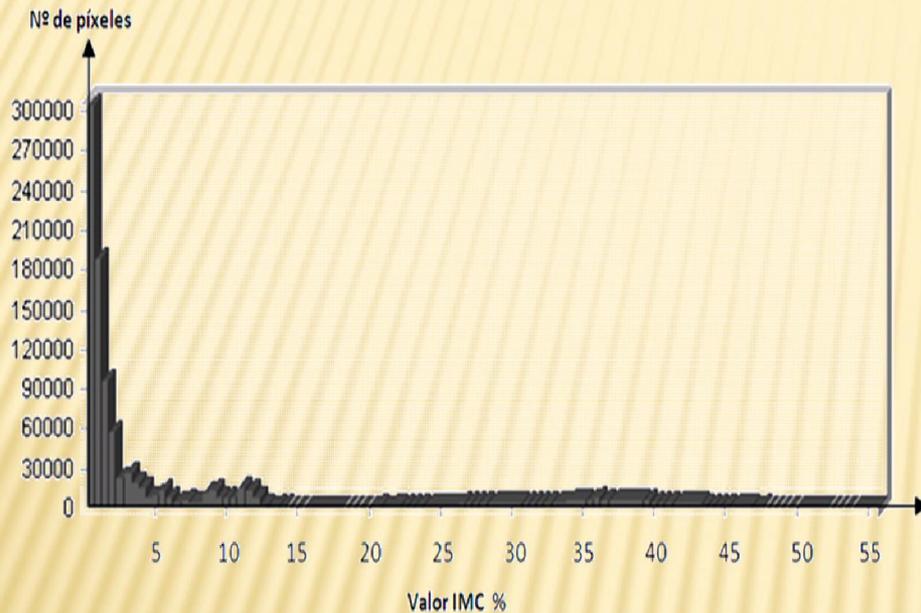


IMC de Gómez y Bosque, 2004.
Fuente: Benavides, 2011



IMC propuesta

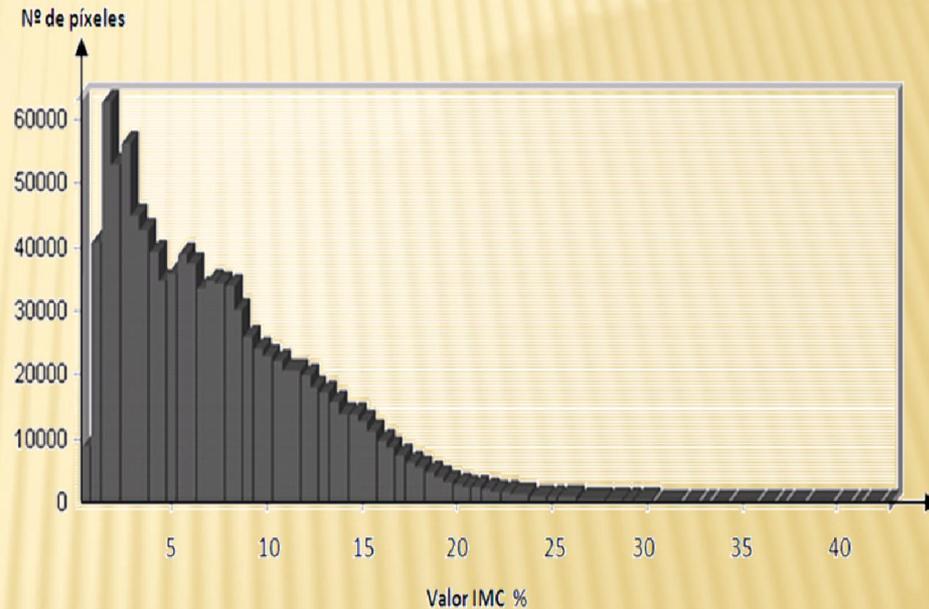
CONTRASTE DE LA METODOLOGÍA



IMC de Gómez y Bosque, 2004

Fuente: Benavides, 2011

- Valores bajos



IMC propuesta

- Valores bajos

- Mayor concentración en valores bajos

CONCLUSIONES

- ✘ Se ha desarrollado una metodología alternativa para el análisis de la incertidumbre en los resultados de un modelo basado en técnicas EMC y SIG.
- ✘ La metodología propuesta dirige y controla las perturbaciones de los factores empleados en los modelos.

CONCLUSIONES

- ✘ Este análisis es una herramienta indispensable para la validación de los modelos y para confirmar la robustez de los resultados que se obtienen con estos modelos.

MUCHAS GRACIAS